

Используя соотношения (1) и (2) были рассчитаны теоретические значения  $\Delta g_{CM}$  изменения фактора Ланде при электронных переходах. Результаты для перехода  $^4I_{15/2} \rightarrow ^4S_{3/2}$  показаны в таблице:

Мультиплет	Уровень	$E$ (см <sup>-1</sup> )	Поляр.	Возбужденное состояние	$M_J$	$\Delta g_{CM}$	$\Delta g_C$
$^4S_{3/2}$ (E)	E1	18322	$\pi, \sigma$	$E_{1/2}$	$\pm 1/2$	-17.6	
	E2	18382	$\sigma$	$E_{3/2}$	$\pm 3/2$	+9.6	+7.14
	e1	18224	$\pi, \sigma$	$E_{1/2}$		+11.2	+7.38
	e2	18274	$\sigma$	$E_{1/2}$		-16	-8.33

Хорошее согласие между теоретическими значениями  $\Delta g_{CM}$  в приближении функций  $|J, \pm M_J\rangle$  и экспериментальными  $\Delta g_C$  в полосе E и в некоторых других полосах показывает, что приближение теоретической функции  $|J, \pm M_J\rangle$  для переходов близка к реальности, несмотря на сильную легкоплоскостную анизотропию в основном состоянии. Еще раз мы наблюдаем разницу между свойствами кристалла в основном электронном состоянии и локальными свойствами кристалла под действием электронного перехода. Тем не менее, необходимо отметить, что расхождения между значениями  $\Delta g_{CM}$  и  $\Delta g_C$  имеют место. Это является следствием перемешивания функций  $|J, \pm M_J\rangle$  с различными  $M_J$ , но равными  $\mu$  (см. (1)) в кристаллическом поле.

### Влияние высокого давления на структуру кристаллов $C_{70}$

**Соколовский Дмитрий Николаевич**

*Лентяков Владимир Владимирович, Волкова Яна Юрьевна*

*Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина*

*Бабушкин Алексей Николаевич, д.ф.-м.н.*

[sokolovskyd1@gmail.com](mailto:sokolovskyd1@gmail.com)

Электрические, механические и оптические свойства кристаллов фуллеренов демонстрируют широкие перспективы применения этих материалов в электротехнике и оптоэлектронике. Фуллерены в кристаллах характеризуются относительно невысокими энергиями связи, поэтому в фуллеритах уже при комнатной температуре наблюдаются фазовые переходы, приводящие к ориентационному разупорядочению. При высоких давлениях в кристаллах  $C_{60}$  и  $C_{70}$  наблюдается образование структур твердого углерода с ковалентными связями между атомами различных молекул фуллеренов, как это имеет место в алмазе [1]. Исследованиям этих структурных преобразований на сегодняшний день уделяется достаточно много внимания.

Целью работы было изучение структурных преобразований, происходящих в кристаллах фуллерена  $C_{70}$  при высоких давлениях. Кристаллы  $C_{70}$  были исследованы методами рентгеновской дифракции и *in situ* спектроскопии комбинационного рассеяния при давлениях до 32,8 ГПа. Эксперименты проводились с использованием камеры высокого давления конструкции Мерилла-Бассета. Образец помещался между алмазными наковальнями с диаметром кулет 250 мкм.

При атмосферном давлении  $C_{70}$  кристаллизуется в ГЦК структуру с параметром решетки  $a = 14,89$  Å. Когда давление достигает 14 ГПа, большинство дифракционных пиков становятся слишком слабыми для наблюдения. Вероятно, при давлении более 14 ГПа начинается процесс аморфизации кристаллов  $C_{70}$ .

На рисунке 1 показаны *in situ* КР спектры кристаллов  $C_{70}$ , полученные при комнатной температуре в диапазоне давлений от 5 до 32,8 ГПа. Участок вблизи  $\omega = 1332$  см<sup>-1</sup> был удален из спектров, т.к. в данной области преобладает сильное колебание, исходящее от алмазных наковален, и его вклад в спектр является доминирующим. При давлениях выше 14 ГПа большинство пиков становятся широкими или слишком слабыми для наблюдения, и только наиболее сильный, широкий пик около 1567 см<sup>-1</sup> может отчетливо наблюдаться. При более высоких давлениях до 32,8 ГПа, можно наблюдать только широкую полосу около 1680 см<sup>-1</sup>, что может быть связано с аморфизацией фуллеренов  $C_{70}$  под давлением [2]. В то же время, в области низких частот спектра, записанного при давлении 32,8 ГПа, присутствует характерный для фуллеренов пик с частотой около 410 см<sup>-1</sup> (рис. 1). Наличие данного пика, свидетельствует о том, что при давлении порядка 30 ГПа переход фуллеренов в аморфную фазу происходит не полностью. Данное наблюдение находится в хорошем соответствии с ранее проведенными исследованиями, согласно которым аморфная фаза фуллерена  $C_{70}$  является обратимой, как минимум при давлениях порядка 31,1 ГПа [3].

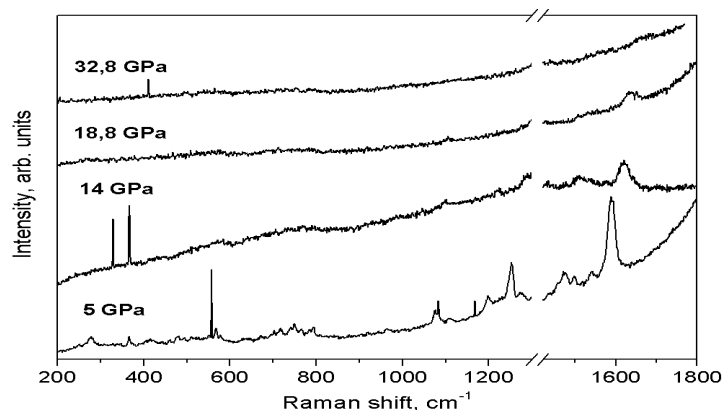


рис. 1 Спектры комбинационного рассеяния  $C_{70}$  при давлениях до 32,8 ГПа.

Данная работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 16-02-00857 и № 16-02-01137).

Список публикаций:

- [1] Елецкий А.В., Смирнов Б.М. // Успехи физических наук. 1995. Т. 165. С. 977.
- [2] Wasa S. et al. // Solid State Commun. 2000. V. 114. P. 209.
- [3] Chandrabhas N. et al. // Phys. Rev. Lett. 1994. V. 73. P. 3411.

## Исследование эффективности фторирования оксида графена методом плазмохимической обработки

**Соловьев Богдан Данилович**

Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова

Неустроев Ефим Петрович, к.ф.-м.н.

[Solovevbogdan@gmail.com](mailto:Solovevbogdan@gmail.com)

Введение атомов фтора в структуру оксида графена (ОГ) за счет сильных связей C-F повышает его окислительную и тепловую стабильность до температур 4000 С, что имеет немаловажное значение для практических приложений. В работе фторирование ОГ, полученного модифицированным методом Хаммерса, проведено в плазме  $SF_6$  в диапазоне мощностей от 100 до 350 Вт, длительностью до 45 мин при скорости потока газа до 100 см<sup>3</sup>/мин. Для генерации плазмы использованы индукционные и емкостные генераторы. С целью уменьшения дефектообразования в плазме образцы устанавливались так, как показано на рисунке 1. Измерения спектров комбинационного рассеяния («Интегра Спектра», НТ МДТ) не показали увеличения пика D, относительно линии G, что означает отсутствие заметного дефектообразования на поверхности ОГ. Из исследований методом энергодисперсионного анализа («INCA Energy», Oxford Instruments) обнаружено, что содержание фтора на поверхности ОГ увеличивается пропорционально мощности плазмы (рис.2) и времени обработки в плазме. Измерения электрических параметров («Eсорia 5000 HMS») также показали постепенное возрастание сопротивлений в зависимости от времени экспозиции образцов в плазме. После проведения серии измерений сопротивления образцов оксида графена в зависимости от времени обработки в плазме  $SF_6$ , было обнаружено незначительное изменение слоевого сопротивления после восстановления, что показывает тепловую стабильность образцов (рис.3). В работе проводится обсуждение полученных результатов.

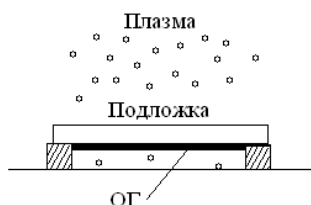


рис.1 Схема расположения пленки ОГ в плазме.

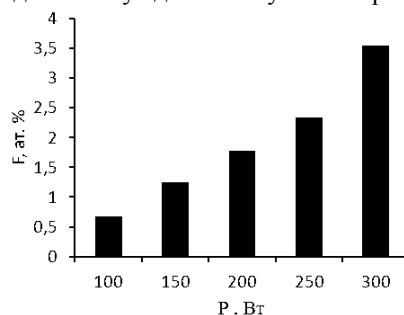


рис.2 Зависимость содержания фтора в атомных % от мощности плазмы при времени экспозиции 1 мин.